Spektro-photometrische Untersuchungen an trüben Medien.

Inaugural-Dissertation

zur

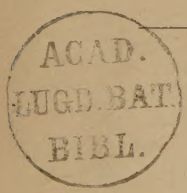
Erlangung der philosophischen Doctorwürde

der

hohen philosophischen Facultät der Universität Marburg

vorgelegt von

Nicolaus Mänz
aus Fulda.
Assistent am mathem.-physikalischen Institut der Universität Marburg.



Marburg.
Druck von Joh. Aug. Koch.
1885.

Seinem Hochverehrten Lehrer

Herrn

Professor Dr. F. Melde

in dankbarer Erinnerung

gewidmet

vom Verfasser.

Geht ein Lichtstrahl von seiner Quelle durch irgend ein Medium, so wird er stets geschwächt oder ganz von dem Medium aufgehoben, er wird von ihm absorbirt. Die Ursache dieser Absorption liegt nach der jetzigen Annahme darin, dass die Schwingungen des Aethers an die ponderablen Körpermoleküle übertragen werden. Seit einer Reihe von Jahren hat man es zum Gegenstand der Untersuchung gemacht, die Lichtabsorption in farbigen Medien zu bestimmen und den Einfluss der Dichtigkeit eines Körpers auf die Menge des Lichts festzustellen, welches von demselben absorbirt wird.

Die ersten Bestimmungen dieser Art sind von Beer[1]) und Glan[2]) ausgegangen und zwar bestimmten sie die Absorptionscoeffizienten für das von rothem Glase hindurchgelassenen Licht von Salzlösungen bei verschiedener Dichtigkeit.

Bunsen und Roscoe[3]) massen die Absorption an Lösungen von gewöhnlicher rother Tinte und Zöllner[4]) diejenige dunkelgrauer Mischungen verschiedener Salzlösungen.

Sehr wichtig auf diesem Gebiete sind die Untersuchungen von Vierordt[5]), welche vor allem bei photometrischen

---

1) Pogg. Ann. Bd. 86. S. 78. 1852.
2) Pogg. Ann. Bd. 141. S. 68. 1870.
3) Pogg. Ann. Bd. 101. S. 247. 1857.
4) Pogg. Ann. Bd. 109. S. 254. 1860.
5) „Die Anwendung des Spectralapparates zur Messung etc. des farbigen Lichts Tüb. 1871.
„Die Anw. etc. zur Photometrie . . .“ Tüb. 1873.
„Die Anwendung etc. in der qual. Analyse“. Tüb. 1876.

Messungen in Betracht gezogen werden müssen; ein Auszug dieser Vierordt'schen Bestimmungen findet sich in dem sehr empfehlenswerthen Werke von H. W. Vogel: Practische Spectralanalyse irdischer Stoffe. Nördlingen 1877.

Weitere Untersuchungen stellten an: Glan[1]), Gouy[2]), Trannin[3]), Govi[4]), Hüfner[5]) und Andere.

Die neuesten photometrischen Messungen rühren her von Pulfrich[6]) und Ketteler[7]).

Letztere haben die Absorptionscurven an verschiedenen farbigen Flüssigkeiten ganz genau festgestellt und den Zusammenhang zwischen Refraktion und Absorption des Lichts an alkoholischen Lösungen von Cyanin photometrisch und spektrometrisch geprüft.

Im folgenden sollen die Spektren durchscheinender bezw. trüber Medien untersucht und die Intensitätscurven der übrigbleibenden Lichtmengen in den einzelnen Partien des Spektrums verzeichnet werden. Fragen wir uns zunächst, was wir unter trüben Medien zu verstehen haben.

Trübe Medien sind nach Brücke[8]) Gemenge zweier oder mehrerer Medien von verschiedenem Brechungsvermögen, bei welchen die einzelnen Theilchen der eingemengten Substanzen so klein sind, dass sie nicht als solche in die Augen fallen, sondern nur dadurch wahrgenommen werden, dass sie die Durchsichtigkeit des Ganzen schwächen, sowohl indem ein Theil des Lichts an ihren Grenzflächen reflektirt, als auch weil das durchgehende Licht durch die Brechung theilweise zerstreut wird. Bringt man also zwei oder mehrere Körper zusammen, so kann man sich leicht ein trübes Me-

1) Wiedem. Ann. Bd. 3. S. 376. 1880.
2) Wied. Ann. Beibl. Nr. 2. S. 106. 1877.
3) Wied. Ann. Beibl. Nr. 6. S. 342. 1878.
4) Wied. Ann. Beibl. Nr. 6. S. 342. 1878.
5) Wied. Ann. Beibl. Nr. 3. S. 151. 1878.
6) Wied. Ann. Neue Folge Bd. 14. S. 177. 1881.
7) Wied. Ann. Neue Folge Bd. 15. S. 337. 1882.
8) Wiener Sitzungsber. Bd. 9. S. 531. 1852.

dium herstellen, so z. B. Milch mit Wasser oder Seife mit Wasser und andere. Lässt man nun Licht durch ein solches trübes Medium hindurchgehen und durch ein Prisma zerlegen, so wird das Spektrum gleichmässig oder ungleichmässig geschwächt erscheinen oder einzelne Farben werden vom Medium ganz absorbirt. Die Schwächung resp. Absorption des Lichts wird abhängen von der Dicke der zu untersuchenden Schicht und von der Concentration, d. h. von der Anzahl der trübenden Theilchen, welche in dem Medium enthalten sind. Je dicker und concentrirter eine solche Schicht ist, je weniger Licht wird durch dieselbe hindurchgelassen, um so mehr wird davon absorbirt. Es ist demnach klar, dass trüb, durchscheinend und undurchsichtig nur graduelle Verschiedenheiten der Eigenschaften der Medien sind und dass bei genannten Eigenschaften auch keine scharfe Grenze zu ziehen ist, wann und bei welcher Concentration das Medium so oder so zu nennen sei. Die trüben Medien haben früher und auch in letzter Zeit wieder Beachtung gefunden wegen der Eigenthümlichkeit ihres Verhaltens zum auffallenden und durchgelassenen Licht. An sich farblose trübe Medien erscheinen nämlich im auffallenden Licht und vor einem dunklen Hintergrunde betrachtet blau oder bläulich grau, im durchgelassenen Licht bräunlich, gelb, orange oder roth, eine Thatsache, auf welche schon Göthe in seinem bekannten Urphänomen hingewiesen und Brücke mittelst der Interferenz wissenschaftlich erklärt hat.

Aehnliche Farben nehmen wir wahr im Himmelsblau und in der Morgen- und Abendröthe und zog man den Schluss, dass diese Farben ebenfalls durch Interferenz hervorgebracht würden, wobei die in der Atmosphäre schwebenden Wasserbläschen und Staubtheilchen als trübe Medien aufzufassen seien. In neuester Zeit, in welcher die Erscheinungen der intensiven Abendröthen am westlichen Himmel das Interesse der Metereologen auf sich lenkten, haben die trüben Medien zu ihrer weiteren Untersuchung Anlass gegeben, indem man allgemein der Ansicht ist, dass dies Phänomen durch die

aus dem Vulkan Krakatoa ausgeschleuderten Staubkörperchen hervorgerufen worden ist. Zahlreiche Untersuchungen dieser Art finden sich in der Zeitschrift der deutschen metereologischen Gesellschaft, Jahrgang 1884.

Prof. Kiessling gibt daselbst drei Untersuchungen an, welche zur Lösung des Dämmerungsproblems nothwendig sind.

Erstens muss das Gesetz der Farbenerregung festgestellt, d. h. die physikalische Ursache der Farbenentstehung ermittelt werden.

Zweitens muss der Sitz der bei der Farbenentwickelung sich betheiligenden Bestandtheile der Atmosphäre besimmt werden.

Drittens ist die Art der Wahrnehmung zu ermitteln, d. h. die geometrische Bestimmung des Weges und der Art und Weise der Uebermittelung der optischen Wirkungen in das Auge des Beobachters.

Kiessling gibt in seiner Arbeit einen Beitrag zur Lösung der ersten Frage und verweist in Bezug auf die dritte Frage auf die grundlegende Arbeit von Bezold[1]).

Alle bisherigen Untersuchungen an trüben Medien beziehen sich auf die blosse Beobachtung der Interferenzfarben, nicht aber auf die Zerlegung der hierbei sich betheiligenden Farben. Im Jahre 1865 hat schon Herr Prof. Melde[2]) in seiner Abhandlung über Absorption des Lichts bei farbigen Flüssigkeiten auf letzteren Umstand aufmerksam gemacht und zuerst auf die spektralanalytischen Eigenschaften der trüben Medien hingewiesen. Er ist der Ansicht, dass sie bei dünner Schicht das ganze Spektrum zum Vorschein kommen lassen und bei dicker werdenden Schicht die Absorption vom violetten nach dem rothen Ende hin fortsetzen, bis zuletzt auch das Roth fortfällt. Inwieweit diese Beziehungen stattfinden, soll der Hauptgegenstand vorliegender Untersuchung bilden.

---

1) Pogg. Ann. Bd. 123. S. 241.
2) Pogg. Ann. Bd. 126. S. 264.

Die Arbeit zerfällt in zwei Theile. In dem ersten gebe ich das Beobachtungsverfahren, im zweiten die Resultate der Untersuchungen.

I.
Das Beobachtungsverfahren.

1. Das benutzte Photometer.

Die Beobachtungen und Intensitätsmessungen wurden sämmtlich mit Hülfe des Glan[1])'schen Spektrophotometers ausgeführt. Obgleich dasselbe vom Urheber a. a. O. schon genauer beschrieben ist, so wird es doch nöthig sein, dass ich hier den Zweck des Apparates und die Construktion des gerade von mir benutzten Exemplars in Kürze angebe.

Es ist dies ein Spektroskop, welches dazu dient, zwei Spektren übereinander zu erzeugen, welche sich der Länge nach möglichst berühren und dadurch dem Auge die genaue Vergleichung ihrer Lichtstärke ermöglichen. Der ganze Apparat besteht aus einem Stativ mit einem Objekttischchen, welches ein Collimatorrohr, ein Fernrohr, ein Scalenrohr und das zerlegende Prisma trägt. Zur Erreichung zweier Spektren ist der Collimatorspalt mit einem geschwärzten Messingplättchen versehen, wodurch der ganze Spalt in zwei Hälften getheilt wird. Man würde also zwei durch einen dunklen Zwischenraum getrennte Spektren erhalten; aber hinter der Collimatorlinse befindet sich ein Rochon'sches Prisma, welches das Bild jeder Spalthälfte in zwei rechtwinklig zu einander polarisirte zerlegt; man bekommt also im ganzen zwei Paar rechtwinklig zu einander polarisirte Spektren. Bei einer passenden Breite des geschwärzten Messingplättchens grenzt nun das untere Spektrum der oberen Spalthälfte an das obere Spektrum der

1) Wiedem. Ann. Bd. 1, S. 351. 1877.

untern Spalthälfte und man hat also jetzt ein ordentliches und ein ausserordentliches Bild dicht übereinander. Nun befindet sich hinter dem Rochon ein Nicol'sches Prisma, das sowohl in der Fassung als mittelst eines Elfenbeingriffs drehbar ist. Fällt der Hauptschnitt des Nicols mit dem Hauptschnitt des doppeltbrechenden Prismas zusammen, so verschwindet das ausserordentliche Bild; dreht man um 90°, so verschwindet das ordentliche; bei 45° werden beide Bilder gleiche Helligkeit besitzen. Bringt man nun den zu untersuchenden Körper, vor die eine Hälfte des Collimatorspalts, so wird das eine Spektrum schwächer, es verliert an Intensität und dreht man jetzt den Nicol um einen bestimmten Winkel, bis beide Spektren für das Auge wieder gleich hell erscheinen. Hierauf beruhen die Intensitätsmessungen. Zur Ablesung des Drehungswinkels ist am Nicol eine Kreistheilung mit Nonius angebracht, mittelst welcher man die Winkel bis auf 1 Minute genau ablesen kann. Der Winkel wird vom Nullpunkt aus gerechnet. Letzteren bestimmt man so, dass man den Nicol in der Fassung so lange dreht, bis das ordentliche Bild verschwindet, was bei homogenem Natriumlicht leicht zu entscheiden ist. Das ordentliche Bild unterscheidet man vom ausserordentlichen dadurch, dass man das Rochon'sche Prisma mittelst der an ihm befindlichen kleinen Schräubchen etwas dreht; bei der Drehung wird ein Bild von seiner Stelle rücken und dieses ist das ausserordentliche, während das ordentliche an seiner Stelle bleibt. In der Mitte des Objekttisches befindet sich das zerlegende Prisma, welches beim benutzten Apparat ein sog. Rutherfurd'sches Prisma ist. Dasselbe besteht aus einem Flintglasprisma von 90° und zwei Prismen von Crownglas mit einem brechenden Winkel von je 15° und ist hier angewendet, um eine grössere Dispersion des Spektrums zu erzielen. Ausserdem ist der Apparat mit Fernrohr und Scala versehen. Das Fernrohr trägt dicht hinter dem Okular einen sog. Vierordt'schen Spalt, wodurch man den zu untersuchenden Bezirk von dem übrigen Theile des Spektrums abblenden kann.

Was nun die Einstellung des Apparates betrifft, so hat man folgendermassen zu verfahren. Zunächst stellt man das verschiebbare Okular des Fernrohrs so ein, dass der Vierordt'sche Spalt deutlich sichtbar ist; diese Einstellung entspricht der bei gewöhnlichen Spektroskopen auf unendlich. Da nun in Folge der Dispersion des doppeltbrechenden Prismas die Berührung beider Spektren nur für eine bestimmte Farbe möglich ist, so blendet man mittelst der Vierordt'schen Spaltvorrichtung die zu untersuchende Stelle ab und nähert oder entfernt den Collimatorspalt von der Collimatorlinse und stellt das Fernrohr so ein, bis die Spektren sich berühren. Zu beachten ist dabei, dass das Spektrum deutlich sichtbar und keine Parallaxe bemerkbar ist. Ebenso ist darauf zu sehen, dass die Scala auf dem Sehfeld vollkommen hell erscheint. Diese Einstellung ist für jeden zu untersuchenden Spektralbezirk zu wiederholen, da sonst eine sich einstellende Parallaxe den Vergleich und mithin die Grösse des abzulesenden Drehungswinkels sehr beeinflussen würde. Um nun Farben gleicher Wellenlängen vergleichen zu können, dreht man das Rochon'sche Prisma so, dass sich die gleichen Frauenhoferschen Linien beider Bilder entsprechen und grade untereinander zu liegen kommen.

Die Bestimmung der übrigbleibenden Lichtmenge beruht auf dem Satze, dass sich die Intensitäten der durchgelassenen Lichtmengen verhalten wie die Quadrate der Oscillationsamplituden. Den resultirenden Werth für die übrigbleibende Lichtmenge erhält man in der Formel nach Bunsen

$$J = \frac{a_1}{a} \operatorname{cotg}^2\alpha = \operatorname{tang}^2\alpha', \operatorname{cotg}^2\alpha.$$

Hierin ist die direkt einfallende Lichtmenge gleich 1 gesetzt. α bedeutet den Winkel, um den das Nicol'sche Prisma bis zur Gleichheit der beiden Spektren gedreht werden muss von der Stelle an gerechnet, wo das ordentliche Bild verschwindet. $\frac{a_1}{a}$ ist der sog. Schwächungscoeffizient, welcher durch Brechung und Absorption des Lichts im Ap-

parate selbst hervorgerufen wird. α' ist also der Winkel, um den das Nicol'sche Prisma bis zur gleichen Helligkeit beider Spektralbilder vom Nullpunkt aus gedreht werden muss, wenn beide Spalthälften gleich stark vom direkt einfallenden Lichte beleuchtet sind. Es ist klar, dass dieser Winkel nahezu 45° sein muss, dass also $a_1 = a$ wird; für gewöhnlich aber wird man einen Winkel finden, der etwas grösser oder kleiner als 45° ist. Ich habe denselben immer so gefunden, dass ich die Lampe in gleiche Höhe brachte mit dem Photometer und dann aus den in den verschiedenen Spektralfarben gemessenen Winkeln das Mittel nahm.

2. Wellenlängenbestimmung.

Zur Construktion der Intensitätscurven mussten erst die Glan'schen Scalentheile auf Wellenlängen reducirt werden. Zu diesem Zwecke wurden die wichtigsten Frauenhofer'schen Linien und die bekannten Spektrallinien der Salze: K, Li, Na, Ca, Ba, Tha, Sr nach der Skala fixirt, während die Na-Linie auf dem Theilstrich 70 stand. Sodann wurden auf Coordinatenpapier die Skalentheile als Abscissen und die den Linien entsprechenden Wellenlängen nach den Messungen von Thalén und Sieben[1]) als Ordinaten aufgetragen. Um zu sehen, inwieweit die so gezeichnete Curve genau sei, wurden die Wellenlängen der einzelnen Scalentheile durch Interpolation nachher berechnet und wurde so ein sehr genaues Entsprechen zwischen Zeichnung und Rechnung konstatirt.

3. Anbringen der Körper vor dem Photometer.

Um die Körper vor den Collimatorspalt zu bringen, wurden folgende Massregeln getroffen. Von den festen Körpern wurden Stücke hergestellt, die etwas grösser als die Spalthälfte waren und diese wurden dann mittelst eines Stativs ungefähr 5 cm vor den Spalt gestellt, so dass in die eine Spalthälfte das Licht direkt einfallen konnte, während

1) Wied. Ann. Bd. 8. S. 138. 1879.

die andere Spalthälfte vom Körper bedeckt war. Zur Untersuchung der Flüssigkeiten wurde überall das sogenannte Schulz'sche[1]) Gefäss angewandt. Es ist dies ein kleines Glasgefäss mit planparallelen Wänden, in welches ein Flintglaskörper von halber Höhe des Gefässes gebracht wird. Die Zelle ist 12, der Glaskörper 10 mm dick. Demnach hat man die Differenz zwischen der Dicke der Zelle und des Glaskörpers = 10 mm als wirksame Flüssigkeitsschicht anzunehmen. Die staubförmigen Körper wurden in einen Kasten gebracht, welche in der Mitte eine Walze mit Schaufeln enthielt, mittelst welcher der Staub in die Höhe geschleudert und in beständiger Bewegung erhalten wurde. Ueber diesem befand sich ein zweiter Kasten, welcher an der vorderen und hinteren Seitenfläche zwei kleine runde Oeffnungen enthielt, welche mit Glasplatten versehen waren. Das Licht wurde nun vor die eine Oeffnung gebracht, während die andere dem Collimatorspalt zugerichtet war. Mit diesem Apparat konnten aber aus später zu erwähnenden Gründen keine photometrischen Messungen angestellt, sondern nur die Art der Spektren der in der Luft suspendirten Staubmassen beobachtet werden.

4. Lichtquelle und die dabei in Betracht kommenden Vorsichtsmassregeln.

Als Lichtquelle benutzte ich durchweg eine Petroleumlampe mit Rundbrenner. Nach Zöllner bewahrt diese Flamme ihre Constanz während $1^1/_2$ Stunden und ist deshalb zu photometrischen Messungen ganz besonders geeignet. Um parallel einfallendes Licht zu erhalten, wurde in den Brennpunkt einer ziemlich grossen Linse die Lampe gestellt, so dass man gleichmässige Beleuchtung beider Spalthälften zu erwarten hatte. Zur Beleuchtung der Scala und der Kreisstellung am Nicol'schen Prisma wurden zwei mit einander in Verbindung stehende Bunsen'sche Brenner angewandt, welche bei der Messung immer bequem heruntergeschraubt

1) Siehe Vogel, Spectralanalyse S. 342.

werden konnten, so dass kein Licht von denselben in den Apparat oder in das Auge fiel. Die Beobachtungen und Messungen wurden alle bei völlig dunklem Beobachtungszimmer angestellt. Das zerlegende Prisma war ausserdem durch einen Aufbau schwarzer Pappe und Tüchern von jedem fremden Lichte frei gehalten. Die Lampe war ebenfalls durch schwarze Pappen auf beiden Seiten geschützt, so dass nur Licht nach dem Apparat hin fiel; letzterer war noch mit schwarzen Tüchern umhangen.[1])

II.
Resultate.

A. Untersuchung fester Körper.

Die Untersuchung fester Körper bezieht sich auf farbloses mit Oel getränktes Papier, Milchglas, mattgeschliffenes Glas, Hausenblase, Wachs und Glycerinseife. Es sind vor allem solche Körper gewählt, welche bei spektralanalytischen Untersuchungen oft eine Rolle spielen. Zu diesen Körpern könnten noch die sog. Rauchgläser gerechnet werden, welche in der Photometrie als Abblendungsmittel dienen. Jedoch letztere sind schon eingehender von Vierordt untersucht und beim Vierordt'schen Spektrophotometer in Anwendung gebracht. Bei der Messung der lichtschwächenden Kraft der Rauchgläser hat Vierordt gefunden, dass diese Gläser die einzelnen Spektralfarben nicht gleichmässig schwächten, und er musste deshalb bei seinen Messungen immer erst die lichtschwächende Kraft derselben in jedem einzelnen Spektralbezirk genau bestimmen und dies dann in Rechnung ziehen. Auch alle in der Folge untersuchten durchscheinenden festen Körper teilen diese Eigenschaft mit den Rauchgläsern und muss man deshalb bei ihrer Anwendung als Abblendungsmittel darauf

1) In Betreff der Vorsichtsmassregeln siehe die drei Werke von Vierordt, Tübingen 1870, 1873 und 1876; ferner Helmholtz, Physiologische Optik und Vogel, Spectralanalyse.

Rücksicht nehmen. Im folgenden gebe ich die Beschreibung der jeweiligen Spektren der einzelnen Körper und die Tabellen für die übrigbleibenden Lichtmengen. In diesen Tabellen enthält die erste Vertikalkolumne die Glan'schen Skalentheile, die zweite die zugehörigen Wellenlängen λ in 0,000 mm, die dritte die beobachteten Winkel α, die vierte die mit Hülfe der Formel berechneten übrigbleibenden Lichtmengen J. Ueber jeder Tabelle steht der Winkel α' und die Dicke der Schicht d. Zur Einzeichnung der Intensitätscurven benutzte ich den Weg der graphischen Darstellung. Die Wellenlängen wurden als Abscissen und die Lichtmengen als Ordinaten behandelt. Die Curven sind auf beigegebener Tafel gezeichnet.

1. Farbloses Oelpapier.

Das käufliche mit Oel getränkte weisse oder farblose Papier wurde in dazu verfertigten Blechrähmchen so eingeklebt, dass keine Unebenheiten mehr auf dem Papier zu merken waren. Es wurden erst zwei dann drei Papiere hintereinander geklebt und jedesmal spektralanalytisch geprüft. Das Oelpapier ist ein einseitig absorbirender Körper, d. h. die Absorption findet mit zunehmender Dicke der Schicht auf einer Seite des Spektrums, hier auf der blauen, statt; jedoch konnte man auch, obgleich nur geringe, Absorption im äussersten Roth konstatiren. Bei der Dicke 1 wurde von Blau an nach der violetten Seite hin alles absorbirt; bei 2, 3 und mehreren Plättchen nahm die Absorption nach Roth hin zu. Die Intensitätsmessungen konnten nur noch bei 2 Plättchen vorgenommen werden. Zu bemerken ist, dass man das Spektrum auch noch bei mehreren Plättchen beobachten hann; aber die Intensität desselben war im Vergleich zum direkt einfallenden Licht so gering, dass keine Messungen mehr angestellt werden konnten. Blendet man das direkt einfallende Licht durch Drehung des Nicols ab, so ist schliesslich im Spektrum noch Roth und Grün wahrzunehmen; wenn demnach das Spektrum verschwindet, so verschwindet nicht jede Farbe für sich allein, sondern beide zusammen. Die

Intensität ist am stärksten im Roth und Grün, am schwächsten im Orange und Gelb. Die Curven steigen im Roth sehr rasch an und fallen im Grün sehr steil; ausserdem zeigen sie zwei Lichtmaxima im Roth und Grün. Bei zwei Plättchen haben sich dieselben etwas verschoben: im Roth nach der blauen, im Grün nach der rothen Seite hin.

Farbloses Oelpapier.

$d = 0{,}03105$ mm $\alpha' = 44°56'$ Fig. 1.

Sc.	A: 0,000	$\sphericalangle \alpha$	J
		° ′	
30	6828	86 6	0,00462
35	6679	83 45	0,01194
40	6550	83 13	0,01408
45	6436	83 11	0,01422
50	6323	83 57	0,01118
60	6096	84 0	0,01100
70	5889	84 32	0,00911
75	5808	84 32	0,00911
80	5728	84 0	0,01118
85	5647	83 40	0,01226
90	5566	84 28	0,00934
100	5427	85 0	0,00761
110	5307	86 33	0,00361
120	5203	88 0	0,00121
130	5096	89 2	0,00028

$d = 0{,}06210$ $\alpha' = 45°2'$

Sc.	A	$\sphericalangle \alpha$	J
		° ′	
35	6679	88 0	0,00122
40	6550	86 24	0,00396
45	6436	86 22	0,00404
50	6323	86 44	0,00326
55	6209	85 54	0,00515

$d = 0{,}06210$ $\alpha' = 45°2'$

Sc.	A	$\lessgtr \alpha$	J.
		° ′	
60	6096	86 0	0,00490
65	5991	86 37	0,00350
70	5889	86 40	0,00340
75	5808	86 3	0,00477
80	5728	86 54	0,00300
85	5647	87 31	0,00188
90	5560	88 42	0,00051
100	5427	89 10	0,00021

2. Milchglas.

Dieses milchweisse, schwach durchscheinende Glas enthält als trübende Substanz weiss gebrannte Knochentheilchen. Das Lampenlicht wie überhaupt jedes künstliche Licht lässt es mit rother Farbe hindurch, welche Erscheinung wieder mit Hülfe der Interferenz zu erklären ist. Knoblauch, welcher die trüben Medien auf den Durchgang der strahlenden Wärme untersucht hat, machte die Erfahrung, dass von zwei verschiedenen auf einen nahen Gegenstand z. B. eine Schrift gelegten Milchgläsern, das eine dieselbe viel undeutlicher hindurchblicken liess als das andere, während auf einen fernen Gegenstand gerichtet, grade das letzte, anfangs durchsichtigere, entschieden trüber war als das erste. Die übrigbleibende Lichtmenge des durch Milchglas gegangenen Lichts ist auffallend gering. Dieser grosse Lichtverlust ist einestheils der starken Reflexion an der glatten Oberfläche, anderntheils der starken innern Trübung des Milchglases zuzuschreiben. Das Spektrum desselben, welches nur bei Abblendung des direkt einfallenden Lichts deutlich zu beobachten ist, zeigt starke Absorption auf der blauen Seite und im äussersten Roth. Die Complementärfarben Roth und Grün wurden etwas besser hindurchgelassen als Gelb. Die photometrische Messung konnte nur bei Anwendung einer

Dicke des Plättchens vorgenommen werden. Die Intensitätscurve steigt im Roth allmählich an und fällt nach der blauen Seite hin ebenso. Von der Mitte des Grün ab wird alles absorbirt.

Milchglas.

$d = 0{,}8952$ mm $\alpha' = 44°47'$ Fig. 2.

Sc.	A	$\sphericalangle \alpha$	J.
		° '	
40	6550	88 34	0,00061
50	6323	87 31	0,00185
60	6096	88 0	0,00120
65	5991	88 28	0,00070
70	5889	88 14	0,00093
80	5728	88 0	0,00120
85	5647	88 22	0,00080
90	5566	88 30	0,00067
100	5427	89 0	0,00014
110	5307	89 44	0,00002

3. Mattgeschliffenes Glas.

Farbloses Glas mit einseitig matter Oberfläche konnte noch bei Anwendung zweier Platten photometrisch geprüft werden. Legt man eine solche Platte auf eine Schrift, so kann man dieselbe deutlich erkennen, jedoch auf einen fernen Gegenstand gerichtet, kann man nicht mehr die Umrisse erkennen. Das Spektrum des matten Glases ist ähnlich dem des Milchglases, jedoch mit dem Unterschiede, dass das Gelb nicht so stark absorbirt wird. Mit zunehmender Dicke der Schicht nimmt die Absorption auf der blauen und rothen Seite zu. Die Intensitätscurven zeigen je ein Maximum in Roth und Grün. Bei Anwendung zweier Plättchen wurde das zweite Maximum an der Grenze von Gelb und Grün gefunden; die Lichtintensität hatte sich demnach etwas nach der rothen Seite hin verschoben. Eine ähnliche Verschiebung hatte sich ja auch bei dem farblosen Oelpapier ergeben.

Mattgeschliffenes Glas.

$d = 2{,}222$ mm $\alpha' = 45°16'$ Fig. 3.

Sc.	A	$\sphericalangle \alpha$	J.
		° ′	
30	6828	80 34	0,02812
40	6550	79 30	0,03500
50	6323	79 4	0,03801
55	6209	79 0	0,03849
60	6096	79 32	0,03477
70	5889	80 0	0,03167
80	5728	80 11	0,03050
85	5647	80 26	0,02894
90	5566	79 40	0,03387
100	5427	79 46	0,03326
110	5307	80 30	0,02853
120	5203	80 57	0,02585
130	5096	81 32	0,02257
140	4991	81 53	0,02072
150	4886	84 27	0,00961
160	4802	87 3	0,00271
170	4722	88 25	0,00062

$d = 4{,}445$ mm $\alpha' = 45°14'$

Sc.	A	$\sphericalangle \alpha$	J.
		° ′	
30	6828	89 2	0,00028
35	6679	85 16	0,00696
40	6550	85 6	0,00747
45	6436	84 36	0,00908
50	6323	85 0	0,00777
55	6209	85 56	0,00513
60	6096	85 12	0,00716
65	5991	84 34	0,00919
70	5889	84 24	0,00970

$d = 4{,}445$ mm $\alpha' = 45^0 14'$

Sc.	A	$\sphericalangle \alpha$	J.
		° '	
75	5808	85 0	0,00778
80	5728	85 34	0,00611
90	5566	86 15	0,00436
100	5427	86 33	0,00369
110	5307	87 12	0,00243
120	5203	87 44	0,00159

4. Hausenblase.

Die Untersuchung dieser thierischen Membran wurde deshalb vorgenommen, weil sie in der Spektralanalyse oft als Imbibitionskörper von Farbstoffen verwendet wird. Die Hausenblase wurde mit etwas Wasser angefeuchtet und dann in Blechrähmchen eingeklebt. Werden die Plättchen sorgfältig aufgeklebt, so zeigen sie zwar, nachdem sie trocken geworden sind, keine Unebenheiten auf ihrer Oberfläche mehr, aber sie selbst sind an verschiedenen Stellen verschieden dick und dies kann die gewonnenen Resultate etwas beeinträchtigen. Die Dicke eines Plättchens betrug im Durchschnitt 0,' 65 mm, während die zweier Plättchen 0,105 mm betrug, also nicht ganz das Doppelte eines Plättchens. Das Spektrum der Hausenblase ist ein unregelmässiges, d. h. die Absorption ist an verschiedenen Stellen des Spektrums verschieden. Roth und Grün wurden am besten durchgelassen. Die Absorption auf der rothen Seite trat nicht stark hervor; auch auf der blauen Seite war die Absorption mit zunehmender Dicke der Schicht gering. Das Spektrum war bei einem Plättchen noch über die Srδ-Linie hinaus sichtbar. Die Intensitätscurven zeigen auffallende Unähnlichkeit; dieses mag in der vorher schon erwähnten Ungleichheit der Dicke der Plättchen seinen Grund haben. Während die erste Curve ein Maximum im Roth zeigt, nimmt in der zweiten Curve die Intensität fast gleichmässig ab. Das

Maximum im Grün ist auch hier bei zwei Plättchen nach der rothen Seite hin gerückt. Die Curven steigen in Roth rasch aufwärts und fallen auf der blauen Seite allmählich.

Hausenblase.

$d = 0{,}065$ mm $\alpha' = 45°3'$ Fig. 4.

Sc.	A	$\sphericalangle \alpha$	J.
		° '	
25	6990	83 30	0,01303
30	6828	80 17	0,02942
40	6550	79 14	0,03629
45	6436	78 0	0,04534
50	6323	77 28	0,04960
55	6209	78 12	0,04379
60	6096	79 0	0,03792
70	5889	79 48	0,03249
80	5728	80 0	0,03120
90	5566	80 16	0,02953
100	5427	79 20	0,03560
110	5307	79 0	0,03792
120	5203	79 44	0,03293
130	5096	81 33	0,02215
140	4991	82 0	0,01981
150	4886	83 5	0,01477
160	4802	84 47	0,00836
170	4722	84 50	0,00820
180	4646	85 30	0,00621
190	4579	86 3	0,00478

$d = 0{,}105$ mm $\alpha' = 45°15'$

Sc.	A	$\sphericalangle \alpha$	J.
		° '	
25	6990	84 14	0,01038
30	6828	81 37	0,02210
40	6550	81 30	0,02273

$d = 0{,}105$ mm $\alpha' = 45^0 15'$

Sc.	A	$\lessdot \alpha$	J.
		° ′	
50	6323	81 30	0,02273
60	6096	81 40	0,02183
70	5889	82 3	0,01984
80	5728	81 29	0,02192
90	5566	81 48	0,02113
100	5427	82 10	0,01926
110	5307	82 47	0,01632
120	5203	84 24	0,00978
130	5096	85 0	0,00778
140	4991	85 27	0,00644
150	4886	87 2	0,00273

5. Glycerinseife.

Die im Handel vorkommende Glycerinseife wird dargestellt durch Versetzung von Glycerin mit einer alkoholischen Lösung von gewöhnlicher Seife. Die Seife wird völlig durchscheinend und hat eine honiggelbe Farbe. Von einem grossen Stück gut durchscheinender Seife wurden 4 Stückchen von verschiedener Dicke abgeschnitten und zwar so, dass die Schnittflächen möglichst parallel waren und die Stückchen überall gleiche Dicke besassen. Die Seife war so gut durchscheinend, dass noch bei einem 20 mm dicken Plättchen etwas Licht hindurchgelassen wurde Das Spektrum des 5 mm dicken Plättchens enthielt alle Farben mit Ausnahme von Indigo und Violett. Die Absorption steigt auf der blauen Seite mit zunehmender Dicke der Schicht beträchtlich, so dass das Spektrum bei einem 20 mm dicken Plättchen nur noch zwischen 60 Skalentheilen sichtbar war. Im äussersten Roth ist die Absorption gering. Bei der Messung auf die Intensität ergab sich nur ein Lichtmaximum im Orange, von da an nahm die Intensität allmählich ab.

Glycerinseife.

$d = 5{,}2$ mm $\alpha' = 45°5'$ Fig. 5.

Sc.	A	$\lessdot \alpha$	J.
		° '	
20	7155	79 12	0,03660
30	6828	74 39	0,07579
40	6550	74 28	0,07771
50	6323	73 44	0,08563
60	6096	75 30	0,06727
70	5889	77 48	0,04702
80	5728	78 9	0,04428
90	5566	78 30	0,04163
100	5427	79 21	0,03557
110	5307	79 27	0,03489
120	5203	80 10	0,03022
130	5096	81 52	0,02003
140	4991	81 52	0.02003
150	4886	83 12	0,01430
160	4802	84 29	0,00938
170	4722	86 0	0,00491
180	4646	88 39	0,00055

$d = 8{,}8$ mm $\alpha' = 45°32'$

Sc.	A	$\lessdot \alpha$	J.
		° '	
20	7155	81 12	0,02487
30	6828	78 0	0,04690
40	6550	76 20	0,06137
50	6323	77 32	0,05191
60	6096	77 57	0,04730
70	5889	79 30	0,03565
80	5728	80 37	0,02834
90	5566	80 46	0,02743
100	5427	81 18	0,02430

$d = 8{,}8$ mm $\alpha' = 45^0 32'$

Sc.	A	$\lessdot \alpha$	J.
		0 '	
110	5307	82 15	0,01923
120	5203	83 10	0,01490
130	5096	86 0	0,00507
140	4991	87 53	0,00141

$d = 15{,}5$ mm $\alpha' = 45^0 37'$

Sc.	A	$\lessdot \alpha$	J.
		0 '	
20	7155	84 15	0,01058
30	6828	82 4	0,02027
40	6550	80 47	0,02749
50	6323	79 28	0,03609
60	6096	82 30	0,01809
70	5889	83 0	0,01574
80	5728	84 27	0,00985
90	5566	84 45	0,00881
100	5427	85 13	0,00731
110	5307	88 33	0,00067

$d = 20{,}1$ mm $\alpha' = 45^0 20'$

Sc.	A	$\lessdot \alpha$	J.
		0 '	
30	6828	87 45	0,00158
40	6550	86 34	0,00368
50	6323	87 30	0,00195
60	6096	87 45	0,00158
70	5889	88 0	0,00124
80	5728	88 20	0,00086
90	5566	88 31	0,00068

6. Wachs.

Dasselbe ist nur in sehr dünnen Schichten durchscheinend. Eine solche dünne Schicht wurde hergestellt, indem Wachs geschmolzen und durch die geschmolzene Masse ein farbloses Glasplättchen hindurchgezogen wurde. Das Wachs, welches dabei an dem Glase hängen blieb, lieferte nach dem Erkalten zwei durchscheinende Schichten, die allerdings durch die Glasplatte getrennt waren. Um eine Schicht zu erhalten, wurde das Wachs auf einer Seite der Glasplatte kurz nach dem Herausziehen aus dem heissen Wachs abgerieben. Die Sache liegt hier eben so, als wenn man farbloses Glas mit einseitig und zweiseitig mattgeschliffener Oberfläche besitzt. Das Spektrum zeigt starke Absorption auf der blauen Seite. Roth und Orange wurden sehr gut durchgelassen, auch Grün wurde im Verhältniss zum Roth noch in fast gleicher Menge hindurchgelassen. Die Intensitätscurve zeigt ein Maximum im Orange, bei 2 Schichten ist dasselbe nach der rothen Seite gerückt.

Wachs.

1 Schicht. $\alpha' = 44^0 36'$. Fig. 6.

Sc.	A	$\lessdot \alpha$	J.
		° ′	
15	7320	86 31	0,00360
20	7155	79 26	0,03384
30	6828	78 30	0,04025
40	6550	77 45	0,04584
50	6323	77 27	0,04819
60	6096	76 45	0,05393
70	5889	77 32	0,04753
80	5728	78 24	0,04098
90	5566	78 35	0,03966
100	5427	78 40	0,03906
110	5307	79 0	0,03674
120	5203	79 5	0,03617
130	5096	80 31	0,02714
140	4991	82 0	0,01921
150	4886	85 7	0,00760
160	4802	87 12	0,00232

2 Schichten. $\alpha' = 44°48'$

Sc.	A	$\sphericalangle \alpha$	J
		° '	
20	7155	88 5	0,00114
30	6828	84 0	0,01089
40	6550	83 7	0,01437
50	6323	83 52	0,01139
60	6096	84 31	0,00908
70	5889	84 40	0,00859
80	5728	85 3	0,00739
90	5566	85 10	0,00705
100	5427	85 33	0,00597
110	5307	85 44	0,00548
120	5203	86 15	0,00423
130	5096	89 20	0,00013

B. Untersuchung flüssiger Körper.

Trübe Medien von flüssigen Körpern können erhalten werden durch Auflösung eines festen Körpers in einer Flüssigkeit und Mischung einer zweiten Flüssigkeit oder durch Mischung von Flüssigkeiten, welche schon trübende Theilchen enthalten, oder endlich durch chemische Reaktionen. So erhält man z. B. trübe Flüssigkeiten, indem man Harz in Alkohol löst und zu dieser Lösung Wasser hinzusetzt, oder indem man Milch mit Wasser mischt. Was die Flüssigkeiten betrifft, welche durch chemische Fällung trübe gemacht sind, so haben sich dieselben als sehr ungeeignet zur photometrischen Messung herausgestellt. Die durch Fällung hervorgebrachten trübenden Elemente bestehen nämlich meist aus grossen, schweren Flocken, die sich nach kurzer Zeit im Absorptionsgefäss niedersetzen, und dies macht wegen des beständigen Hellerwerdens der Flüssigkeit eine photometrische Messung unmöglich. Man kann deshalb nur solche Fällungen verwenden, welche diese Eigenschaft in geringerem Maasse besitzen. Am besten eignen sich die Flüssigkeiten, die durch Hinzusetzung von Wasser zu einer alkoholischen Harzlösung

entstehen. Sämmtliche so erhaltenen trübe Flüssigkeiten sind meist bläulich-weiss und zeigen mehr oder minder die im Eingange erwähnten Interferenzerscheinungen. Im folgenden ist ähnlich wie bei den festen Körpern die Darstellung der trüben Medien und deren Spektren beschrieben und ebenso sind die Tabellen für die übrigbleibenden Lichtmengen angegeben. Die Intensitätskurven befinden sich auf beigegebener Tafel. Die Flüssigkeiten wurden alle in verschiedenen Concentrationen untersucht und zwar wurden letztere durch Probiren so regulirt, dass bei der stärksten Concentration das Spektrum nahezu verschwand, jedoch immer noch photometrisch bestimmt werden konnte. Das angewendete Absorptionsgefäss war durchgängig ein Schulz'sches Gefäss mit einer 10 mm. dicken wirksamen Schicht.

1. Mastixflüssigkeit.

Die sog. Mastixmilch wurde folgendermassen dargestellt. 2 gr. des feinsten Mastix wurden in 75 cbcm Alkohol gelöst. Giebt man zu dieser Lösung etwas Wasser, so erhält man eine trübe, weisse Flüssigkeit, die sog. Mastixmilch. Zu je 5 cbcm der alkoholischen Lösung wurden je 100, 75, 50 und 25 cbcm gewöhnliches Wasser hinzugefügt und mittelst des Absorptionsgefässes vor das Photometer gebracht. Das Spektrum der Mastixmilch ist ein regelmässiges, d. h. die Absorption nimmt mit abnehmender Wellenlänge stetig zu von der blauen Seite her. Bei geringer Concentration ist dasselbe noch ganz sichtbar, bei stärker werdender Concentration werden die Strahlen stärkerer Brechbarkeit absorbirt. Bei sehr starker Concentration bleibt noch Roth und Orange übrig. Hier stellte sich also die Sache gerade so, wie bei den festen Körpern, indem schliesslich bei den flüssigen Körpern beide erwähnten Farben noch sichtbar bleiben, bei den festen Körpern das Roth und Grün. Bei Abblendung des direkt einfallenden Lichts kann man sich von dieser Thatsache am besten überzeugen. Die Intensität zeigt sich am stärksten im äussersten Roth. Dies steht wieder im Gegen-

satz zu den festen Körpern, wo wir zwei Maxima im mittleren Roth und Grün aufzuweisen hatten und gerade das äusserste Roth mit zunehmender Dicke der Schicht stark absorbirt wurde. In folgenden Tabellen sind die Wellenlängen weggelassen, da sie aus vorhergehenden Tabellen bekannt sind.

Mastixflüssigkeit.

100 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 45^0 5'$ 75 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 44^0 48'$

Fig. 7.

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	° ′		° ′	
15	51 15	0,6479	61 11	0,2984
20	52 54	0,5753	63 5	0,2541
25	53 25	0,5542	66 0	0,1954
30	55 46	0,4657	68 22	0,1551
40	58 42	0,3718	70 57	0,1175
50	59 48	0,3407	72 21	0,0998
60	60 28	0,3228	74 30	0,0758
70	62 30	0,2719	74 46	0,0731
80	63 13	0,2562	77 18	0,0500
90	65 54	0,2012	78 0	0,0425
100	66 29	0,1904	79 24	0,0387
110	68 16	0,1598	80 56	0,0251
120	69 53	0,1349	81 45	0,0207
130	70 52	0,1210	82 20	0,0178
140	71 24	0,1139	84 1	0,0108
150	71 30	0,1123	85 33	0,0059
160	72 6	0,1049		
170	72 57	0,0946		
180	77 0	0,0536		
190	78 47	0,0395		
200	79 30	0,0345		
210	81 6	0,0246		
120	86 7	0,0046		

50 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 44°50'$ 25 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 44°59$

Sc.	$\sphericalangle\alpha$	J.	$\sphericalangle\alpha$	J.
	° ′		° ′	
15	71 31	0,1104	80 27	0,0282
20	73 28	0,0871	81 36	0,0217
30	75 49	0,0629	82 4	0,0194
35	76 30	0,0569	83 0	0,0150
40	76 46	0,0546	84 44	0,0086
50	78 40	0,0397	85 14	0,0069
60	80 27	0,0279	86 21	0,0040
70	81 18	0,0231	87 0	0,0027
80	83 0	0,0149	87 30	0,0019
90	83 20	0,0135	87 55	0,0013
100	84 58	0,0076	88 3	0,0011
110	85 52	0,0051		
120	86 4	0,0046		

2. Schellackfirniss.

Die Lösung des Schellacks in Alkohol hat eine röthliche Farbe; mit Wasser versetzt erhält man eine röthlichweisse trübe Flüssigkeit. Interessante Erscheinungen zeigen sich, wenn man durch diese Flüssigkeit nach einem hellen Gegenstande, etwa nach der Sonne oder nach einer Flamme hinsieht. Die Sonne erscheint nämlich ganz roth gefärbt, die sie umgebenden hellen Wolken zeigen die schöne Farbe des Abendroths und der blaue Himmel setzt sich gegen diese dunkel ab. Eine Flamme brennt, durch das Medium gesehen, vollkommen ruhig, ist roth gefärbt und ihre Umrisse sind auch noch bei der stärksten Concentration deutlich zu erkennen. 2 gr. Schellack löste ich in 75 cbcm Alkohol und setzte je 100, 75, 50 und 25 cbcm. Wasser hinzu. Das Spektrum ist wieder ein regelmässiges. Das mittlere Roth wurde fast gleichmässig hindurchgelassen. Die grösste Intensität lag wieder im äussersten Roth.

Schellackfirniss.

100 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 45^0 20'$ 75 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 45^0 4'$

Fig. 8.

Sc.	$\lessdot \alpha$	J.	$\lessdot \alpha$	J.
	0 ′		0 ′	
15	59 20	0,3598	65 20	0,2118
20	60 56	0,3162	65 34	0,2073
25	61 52	0,2926	66 49	0,1842
30	64 25	0,2346	68 0	0,1640
35	64 53	0,2249	68 22	0,1580
40	65 0	0,2225	68 33	0,1577
50	65 5	0,2208	70 30	0,1260
60	66 43	0,1895	71 41	0,1101
70	66 51	0,1873	73 29	0,0883
80	69 48	0,1385	74 57	0,0726
90	70 30	0,1282	75 53	0,0635
100	71 59	0,1108	77 0	0,0536
110	72 10	0,1059	77 41	0,0478
120	72 54	0,0968	77 52	0,0464
130	73 0	0,0956	78 20	0,0428
140	73 33	0,0892	79 38	0,0336
150	74 22	0,0801	81 0	0,0252
160	76 43	0,0570	82 10	0,0190
170	78 9	0,0450		
180	79 36	0,0344		
190	81 8	0,0249		
200	81 28	0,0230		
210	82 9	0,0194		

50 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 45^0 12'$ 25 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 45^0 7'$

Sc.	$\lessdot \alpha$	J.	$\lessdot \alpha$	J.
	0 ′		0 ′	
15	68 37	0,1554	77 59	0,0456
20	69 15	0,1455	78 0	0,0455
25	71 16	0,1166	79 26	0,0350
30	71 20	0,1157	80 36	0,0276

	50 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 45°12'$		25 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 45°7'$	
Sc	$\sphericalangle \alpha$	J.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	° '		° '	
35	71 31	0,1133		
40	72 48	0,0971	81 31	0,0224
50	73 4	0,0940	82 40	0,0166
60	73 17	0,0914	84 0	0,0111
70	75 11	0,0709	84 41	0,0087
80	75 32	0,0675	84 56	0,0079
90	77 14	0,0520	85 30	0,0062
100	77 5	0,0464		
110	79 1	0,0382		
120	79 50	0,0333		
130	80 1	0,0314		
140	81 9	0,0245		
150	83 0	0,0152		

3. Seifenwasser.

Der Umstand, dass Wasser mit Seife zusammengebracht trüb wird, ist nach Chevreul so zu erklären, dass sich die neutralen Salze der Alkalien der fetten Säuren in der Seife, bei ihrer Lösung im Wasser, zersetzen; dabei scheidet sich saures fettsaures Salz unlöslich aus, während ein basisch-fettsaures Alkalisalz gelöst bleibt. Zu den photometrischen Untersuchungen eignete sich die gewöhnliche weisse Seife viel besser als die Glycerinseife, weil sich erstere in Wasser viel besser löste und somit eine grössere Menge trübender Theilchen enthielt. Die Bereitung des Seifenwassers geschah so, dass 5 gr. Seife in 100 cbcm gewöhnlichen Wassers durch Erhitzen gelöst wurden; sodann wurden zu je 10 cbcm der so erhaltenen Lösung je 100, 75, 50 und 25 cbcm Wasser hinzugesetzt. Diese trübe Flüssigkeit eignete sich zu den Messungen sehr gut. Bei 100 cbcm Wasser enthielt das Spektrum fast noch alle Farben, bei 25 cbcm war dasselbe noch zwischen 95 Skalentheilen sichtbar. Roth wurde im Verhältniss zu Gelb sehr stark hindurchgelassen, welches

sehr auffällig war bei 100 cbcm Wasser. Die Intensität war wieder wie bei den vorhergehenden Flüssigkeiten am stärksten im äussersten Roth. Die Absorption nimmt auf der blauen Seite des Spektrums mit zunehmender Concentration beträchtlich zu.

Seifenwasser.

100 cbcm H^2O in 10 cbcm L. $\alpha' = 45°31$ 75 cbcm in 10 cbcm $\alpha' = 45°27'$ Fig. 9.

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	° '		° '	
15	57 0	0,4372	60 54	0,3196
20	60 29	0,3323	64 15	0,2400
25	62 9	0,2894	67 2	0,1853
30	62 38	0,2777	68 19	0,1631
40	63 20	0,2614	69 2	0,1465
50	66 0	0,2055	69 29	0,1445
60	67 7	0,1846	70 55	0,1235
70	69 27	0,1460	73 18	0,0928
80	70 0	0,1373	73 22	0,0920
90	70 39	0,1278	74 56	0,0747
100	71 56	0,1103	75 25	0,0698
110	72 21	0,1049	76 47	0,0569
120	72 25	0,1041	77 28	0,0510
130	72 37	0,1016	78 57	0,0393
140	74 7	0,0839	79 58	0,0323
150	74 48	0,0765	80 50	0,0268
160	77 42	0,0492	83 52	0,0119
170	78 41	0,0415	85 0	0,0078
180	79 50	0,0333	86 31	0,0038
190	80 14	0,0307		
200	81 49	0,0214		
210	85 33	0,0062		
220	87 20	0,0022		

50 cbcm in 10 cbcm L. $\alpha' = 45°20$			25 cbcm in 10 cbcm L. $\alpha' = 45°13'$	
Sc.	$\lessdot \alpha$	J.	$\lessdot \alpha$	J.
	° ′		° ′	
15	66 0	0,2028	75 38	0,0666
20	68 55	0,1521	77 25	0,0505
25	71 41	0,1122		
30	72 30	0,1017	80 30	0,0284
40	73 31	0,0896	82 0	0,0200
50	74 0	0,0841	82 54	0,0157
60	75 19	0,0702	83 51	0,0117
70	76 48	0,0563	84 6	0,0108
80	77 28	0,0505	85 0	0,0077
90	78 25	0,0430	85 27	0,0064
100	79 58	0,0320	86 0	0,0049
110	80 33	0,0283	86 19	0,0042
120	81 10	0,0247	87 10	0,0024
130	81 44	0,0216		
140	83 30	0,0129		
150	84 54	0,0027		
160	87 2	0,0081		

4. Seifenspiritus mit saurem chromsaurem Kali.

Der im Handel jetzt vorkommende Seifenspiritus besteht aus Olivenöl, Kalilauge, Alkohol und Wasser. 15 cbcm dieses käuflichen Spiritus brachte ich mit 1 gr. saurem chromsaurem Kali zusammen. Je 2 cbcm dieser Mischung wurden dann mit je 300, 200, 100 und 50 cbcm Wasser versetzt. Man erhält so eine gelbgrüne, trübe Flüssigkeit; das chromsaure Kali ist darin zum Theil gelöst, zum Theil in der Flüssigkeit suspendirt. Das Spektrum der Lösungen in Wasser vom sauren chromsauren Kali ist schon von Vierordt in verschiedenen Concentrationen photometrisch geprüft worden. Dabei ergab sich, dass die Absorption im rothen, orangefarbigen und gelben Bezirk sehr gering war; dass

sie allmählig zunahm im Grün und schon im Blau einen sehr hohen Werth erreichte. Auch hier bei dieser Lösung dieses Salzes in Seifenspiritus ergab sich dasselbe Resultat. Schon bei der Concentration 1, welche noch eine sehr gut durchscheinende Flüssigkeit lieferte, wurde die blaue Seite sehr stark absorbirt, so dass das Spektrum nur noch bis in die Nähe der Srδ-Linie sichtbar war. Roth und Grün wurden noch bei der stärksten angewendeten Concentration durchgelassen, bei noch stärkerer Concentration verschwand das Spektrum vollständig. Die Intensität war wieder am stärksten im äussersten Roth und nahm nach der blauen Seite hin rasch ab.

300 cbcm H^2O in 2 cbcm L. $\alpha' = 45°5'$ 200 cbcm H^2O in 2 cbcm L. $\alpha' = 45°10'$

Fig. 10.

Sc.	$\sphericalangle\alpha$	J.	$\sphericalangle\alpha$	J.
	° ′		° ′	
15	60 19	0,3230	63 48	0,2449
20	60 32	0,3173	67 0	0,1822
30	62 49	0,2622	69 46	0,1374
40	64 54	0,2181	70 4	0,1330
50	65 28	0,2071	71 34	0,1123
60	68 30	0,1542	73 48	0,0850
70	70 0	0,1287	73 56	0,0839
80	72 52	0,0945	75 9	0,0711
90	72 58	0,0933	76 50	0,0553
100	74 14	0,0792	78 7	0,0448
110	75 8	0,0700	78 10	0,0444
120	77 30	0,0488	78 33	0,0415
130	77 57	0,0454	80 51	0,0262
140	78 46	0,0392	82 51	0,0159
150	79 32	0,0339	84 39	0,0088
160	82 22	0,0178	88 13	0,0009
170	84 31	0,0091		
180	88 20	0,0003		

100 cbcm H^2O in cbcm $\alpha' = 45^0 10'$

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	0 ′	
20	83 13	0,0143
25	84 34	0,0091
30	85 29	0,0063
35	85 35	0,0060
40	85 49	0,0054
50	86 24	0,0046
60	87 1	0,0027
70	87 28	0,0019
80	87 55	0,0013
90	88 0	0,0012

5. Myrrhenlösung.

Es wurden 2 gr. Myrrhe in 50 cbcm Alkohol gelöst. Das Lösliche hiervon wurde filtrirt, wodurch man eine gelbliche klare Flüssigkeit erhielt. Zu je 5 cbcm der erhaltenen Lösung wurden dann je 40, 30, 20 und 10 cbcm gewöhnliches Wasser hinzugesetzt. Vor das Photometer gebracht, zeigte sich eine starke Absorption auf der blauen Seite und zwar schon bei der ziemlich durchscheinenden Lösung von 40 cbcm H^2O in 5 cbcm. Das Spektrum war nur zwischen 180 Skalentheilen sichtbar, während bei der Lösung in 10 cbcm H^2O fast nur noch Roth hindurchgelassen wurde.

40 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 45^0 20'$ 30 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 45^0 36$

Fig. 11.

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	0 ′		0 ′	
15	57 33	0,4183	62 54	0,2730
20	58 40	0,3793	63 27	0,2603
30	61 25	0,3038	65 15	0,2178
40	63 31	0,2540	67 29	0,1792
50	64 37	0,2304	68 30	0,1618
60	67 0	0,1844	70 34	0,1298

40 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 45°20'$ 30 cbcm H^2O in 5 cbcm $\alpha' = 45°36'$,

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	° ′		° ′	
70	67 58	0,1676	73 17	0,0940
80	70 10	0,1331	75 24	0,0707
90	72 16	0,1046	76 39	0,0587
100	73 26	0,0905	77 49	0,0486
110	74 9	0,0825	79 38	0,0348
120	75 0	0,0734	80 0	0,0324
130	77 23	0,0512	82 25	0,0184
140	77 52	0,0473	82 87	0,0175
150	79 32	0,0349	85 5	0,0077
160	81 36	0,0223	88 38	0,0059
170	84 20	0,0100		
180	86 33	0,0037		
190	88 48	0,0004		

20 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 45°12'$ 10 cbcm H^2O in 5 cbcm L. $\alpha' = 45°7'$

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	° ′		° ′	
15	66 30	0,1917	83 10	0,0144
20	68 49	0,1523	84 6	0,0107
30	70 34	0,1262	85 14	0,0070
40	74 20	0,0797	85 53	0,0052
50	76 9	0,0616	86 30	0,0037
60	78 0	0,0458	87 20	0,0021
70	79 56	0,0319	87 33	0,0018
80	81 35	0,0222	88 10	0,0010
90	83 15	0,0142	88 17	0,0009
100	83 31	0,0130	88 30	0,0006
110	84 19	0,0100	88 53	0,0003
120	86 0	0,0049		
130	86 55	0,0029		
140	88 47	0,0004		

6. Kolophoniumlösung.

Schliesslich wurde von den Harzen noch Kolophonium untersucht. 1 gr. Kolophonium wurde in 50 cbcm Alkohol gelöst. Je 2 cbcm dieser Lösung wurden dann je mit 100, 75, 50 und 25 cbcm gewöhnlichen Wassers zusammengebracht. So erhielt man eine trübe, röthliche Flüssigkeit. Das Spektrum war ebenfalls ein regelmässiges; das äusserste Roth wurde am wenigsten absorbirt. Die Absorption auf der blauen Seite nahm mit zunehmender Concentration sehr allmählich zu. Der Unterschied der Intensität im äussersten und mittleren Roth war sehr gering.

100 cbcm H^2O mit 2 cbcm $\alpha' = 44°50'$ 75 cbcm H^2O in 2 cbcm $\alpha' = 44°51'$

Fig. 16.

Sc.	$\lessgtr \alpha$	J.	$\lessgtr \alpha$	J.
	°		°	
15	54 19	0,5 97	60 16	0,3228
20	54 51	0,4900	61 0	0,3040
30	55 9	0,4792	63 55	0,2371
40	55 14	0,4762	65 28	0,2061
50	56 10	0,4440	66 48	0,1817
60	56 44	0,4254	66 51	0,1809
70	56 53	0,4205	68 43	0,1501
80	56 55	0,4195	71 39	0,1088
90	57 52	0,3899	72 23	0,0997
100	58 30	0,3711	74 9	0,0797
110	59 24	0,3457	75 41	0,0644
120	60 26	0,3181	77 0	0,0527
130	61 39	0,2877	77 24	0,0494
140	61 43	0,2861	79 32	0,0337
150	62 39	0,2644	80 3	0,0304
160	63 0	0,2566	82 18	0,0180
170	63 52	0,2379	83 40	0,0121
180	64 18	0,2289	86 28	0,0036
190	65 48	0,1996		
200	67 51	0,1637		

100 cbcm H^2O mit 2 cbcm $\alpha' = 44^0 50'$ 75 cbcm H^2O in 2 cbcm $\alpha' = 44^0 51'$

Fig. 16.

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	0 '		0 '	
210	68 58	0,1461		
220	70 54	0,1185		
230	73 23	0,0880		
240	74 0	0,0812		
250	76 28	0,0572		
260	77 55	0,0453		
270	82 40	0,0163		
280	86 13	0,0043		

50 cbcm H^2O in 2 cbcm $\alpha' = 44^0 56'$ 25 cbcm H^2O in 2 cbcm $\alpha' = 44^0 30'$

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	0 '		0 '	
15	63 26	0,2488	74 22	0,0756
20	64 39	0,2234	74 30	0,0742
30	65 24	0,2086	76 33	0,0551
40	67 28	0,1713	79 3	0,0361
50	69 0	0,1466	80 23	0,0277
60	71 19	0,1138	82 20	0,0175
70	73 17	0,0897	83 30	0,0125
80	74 30	0,0765	84 17	0,0096
90	75 54	0,0628	86 0	0,0047
100	77 34	0,0483	86 24	0,0038
110	77 46	0,0467	87 30	0,0018
120	78 25	0,0418	87 34	0,0017
130	79 42	0,0328		
140	80 23	0,0285		
150	84 12	0,0102		
160	84 53	0,0079		
170	86 31	0,0036		

7. Milch.

Die Milch bot wegen ihres eigenthümlichen Verhaltens den Spektralfarben gegenüber grosses Interesse dar. Das Spektrum der Milch ist nämlich ein solches, bei welchem die einzelnen Spektralfarben mit nahezu gleicher Intensität auftreten. Bei allen bisherigen Flüssigkeiten ergab sich eine Abnahme der Intensität vom äussersten Roth nach der blauen Seite hin, d. h. der beobachtete Winkel α nahm mit abnehmender Wellenlänge immer mehr zu und zwar zwischen 10 Skalentheilen oft schon um 3 bis 4 Grad. Bei der Untersuchung der Milch aber wurde in allen Spektralbezirken nahezu derselbe Winkel erhalten. Da die Milch an sich undurchscheinend ist, so musste dieselbe mit Wasser versetzt werden und zwar wurden in 25 cbcm Wasser 2, 4 und 6 gleiche Tropfen Milch gebracht. Aus den Tabellen ersehen wir, dass der abzulesende Winkel innerhalb eines Grades schwankt. Die übrigbleibende Lichtmenge beträgt bei der Mischung von 2 Tropfen im Durchschnitt 0,23, von 4 Tropfen 0,036, von 6 Tropfen 0,01 des direkt einfallenden Lichts. Diese Untersuchung wurde ausserdem noch bei andern Concentrationen vorgenommen und immer wurde ein konstanter Winkel beobachtet. Auf der Grenze von Gelb und Grün ergab sich oft ein um 1 Grad kleinerer Winkel, welches die Intensität dieser Farben etwas grösser ausfallen lässt; jedoch dies ergab sich blos in diesem Bezirk und zudem konnte ich dies nicht immer konstatiren. Man kann also sagen, dass dieses trübe Medium sämmtliche Spektralfarben nahezu gleichmässig abschwächt. Es ist klar, dass die Intensität mit zunehmender Concentration abnimmt und ebenso, dass die Absorption auf der blauen Seite damit zunimmt; in letzterer Beziehung theilt also diese Flüssigkeit mit den trüben Medien dieselbe Eigenschaft. Dies Verhalten der Milch, die Spektralfarben alle gleichmässig abzuschwächen, kann vielleicht gerade in der Spektralanalyse, besonders in der Photometrie, von grösster Wichtigkeit sein. Alle Abblendungsmittel, deren man sich bei Benutzung der

Sonne oder des elektrischen Lichts in der Spektralanalyse bedient, sind, wie wir gesehen haben, meist solche, die das Licht resp. die Spektralfarben mit ungleicher Intensität hindurchlassen und es müssten eigentlich immer erst diese Körper auf ihre Intensität geprüft werden. Weit einfacher gestaltet sich aber die Sache, wenn man Milch mit Wasser anwendet. Man kann dann in verschiedenen Spektralbezirken einen Winkel messen, aus den Winkeln dann das Mittel nehmen und erhält ein nahezu genaues Resultat. Andererseits kann man auch die Milch benutzen, um die Fähigkeit des Auges für photometrische Untersuchungen zu prüfen. Für den Anfänger ist es immerhin schwierig, zwei Spektren mehrere mal hintereinander gleich zu machen und zwar deshalb, weil die Intensität des direkt einfallenden Lichts zu gross ist und das Auge blendet. Dies kann man aber mit der Milch in verschiedenen Graden abschwächen und es liegt also auf der Hand, dass dadurch eine grosse Erleichterung geschaffen ist.

2 Tropf. M. $\alpha' = 45^0 21'$ 4 Tropf. $\alpha' = 45^0 29'$ Fig. 12.

Sc.	$\lessgtr \alpha$	J.	$\lessgtr \alpha$	J.
	° ′		° ′	
15	64 17	0,2377	79 30	0,0355
20	64 32	0,2324	79 24	0,0362
30	64 52	0,2255	79 19	0,0368
40	64 49	0,2265	79 24	0,0362
50	64 29	0,2334	79 25	0,0361
60	64 27	0,2341	79 30	0,0355
70	64 12	0,2394	79 22	0,0364
80	64 14	0,2387	79 21	0,0365
90	64 20	0,2366	79 29	0,0356
100	64 19	0,2370	79 23	0,0363
110	64 21	0,2363	79 30	0,0355
120	64 24	0,2347	79 30	0,0355
130	64 17	0,2377	79 20	0,0366
140	64 20	0,2366	79 15	0,0372

2 Tropf. M. $\alpha' = 45°21'$ 4 Tropf. $\alpha' = 45°29'$ Fig. 12.

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	° ′		° ′	
150	64 17	0,2377	79 21	0,0365
160	64 16	0,2380	79 22	0,0364
170	64 35	0,2314	79 15	0,0372
180	64 25	0,2348	79 12	0,0376
190	64 22	0,2359	79 16	0,0371
200	64 14	0,2387	79 20	0,0366
210	64 17	0,2377	79 32	0,0353
220	64 12	0,2394	79 38	0,0346
230	64 19	0,2370	79 31	0,0354

6 Tropf. $\alpha' = 45°16'$

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	° ′	
15	82 29	0,0173
20	82 32	0,0171
30	82 23	0,0178
40	82 26	0,0176
50	82 32	0,0171
60	82 36	0,0168
70	82 40	0,0165
80	82 37	0,0167
90	82 41	0,0164
100	82 48	0,0159
110	82 54	0,0154
120	82 52	0,0156
130	82 36	0,0168
140	82 30	0,0172
150	82 43	0,0163
160	82 36	0,0168
170	82 30	0,0172
180	82 33	0,0170
190	82 35	0,0169
200	82 40	0,0165

8. Schwefelsaures Barium.

Die chemischen Reaktionen sind, wie ich schon erwähnt habe, zu den photometrischen Messungen nicht recht geeignet, weil eben die trübenden Elemente, welche durch die Fällung hervorgebracht sind, grosse, schwere Flocken bilden. Deshalb wurden hier nur drei chemische Reaktionen verwendet, welche diese störende Eigenschaft in geringem Masse besitzen. Es sind dies das schwefelsaure Barium, die Oxalsäure und Bleiwasser. Brücke hat gezeigt, dass, wenn man verschiedene trübe Medien vor sich hat, der Unterschied zwischen der Farbe des auffallenden und der des durchfallenden Lichts einen sehr verschiedenen Grad hat. So fand er denselben gering bei einer Trübung durch oxalsauren Kalk, schon stärker bei einer Trübung durch Bariumsulphat, am stärksten bei einer Trübung, welche durch Fällung eines Thonerdesalzes mittelst Ammoniak hervorgebracht wurde. Diese verschiedene Wirkung schreibt er den grösseren oder kleineren Körnchen der Bestandtheile der chemischen Verbindung zu und stellte so fest, dass die Dimensionen der trübenden Theile einen wesentlichen Einfluss auf den Grad der Farbe ausüben.

Zur Herstellung des Bariumsulphats wurden zu 30 cbcm verdünnter Schwefelsäure (1:30) je 6, 8 und 10 gleiche Tropfen einer Chlorbariumlösung (1:30) hinzugesetzt. Das Spektrum war wieder ein regelmässiges. Bei der Concentration 1 war fast noch das ganze Spektrum sichtbar, während bei der Concentration 3 die Absorption bis nach Grün vorgerückt war. Die grösste Intensität ist im äussersten Roth.

6 Tropf. mit 30 cbcm $\alpha' = 45°32$ 8 Tropf. mit 30 cbcm $\alpha' = 45°41$ Fig. 13.

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.	$\sphericalangle \alpha$	J
	° ′		° ′	
15	64 28	0,2368	73 20	0,0940
20	64 41	0,2322	73 47	0,0887
30	65 35	0,2139	76 0	0,0652

6 Tropf. mit 30 cbcm $\alpha' = 45°32$ 8 Tropf. mit 30 cbcm $\alpha' = 45°41$

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	° ′		° ′	
40	67 0	0,1870	76 19	0,0621
50	68 22	0,1632	77 55	0,0480
60	68 40	0,1583	78 0	0,0473
70	70 9	0,1352	78 57	0,0400
80	70 49	0,1032	79 10	0,0384
90	72 30	0,0878	80 0	0,0326
100	73 54	0,0864	80 41	0,0282
110	74 16	0,0823	81 54	0,0212
120	74 33	0,0792	82 9	0,0199
130	74 34	0,0791	82 15	0,0198
140	74 43	0,0775	82 17	0,0192
150	75 21	0,0709	82 30	0,0181
160	75 29	0,0695	84 0	0,0115
170	76 13	0,0624	84 2	0,0114
180	77 20	0,0524	85 39	0,0106
190	79 0	0,0392	87 57	0,0013
200	81 51	0,0212		
210	83 23	0,0139		
220	85 12	0,0073		
230	87 46	0,0015		

10 Tropfen mit 30 cbcm $\alpha' = 45°47'$

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	° ′	
15	80 26	0,0300
20	80 47	0,0278
30	80 52	0,0273
40	82 25	0,0187
50	82 30	0,0183
60	82 50	0,0167
70	83 0	0,0159
80	83 10	0,0151
90	83 48	0,0124

10 Tropfen mit 30 cbcm $\alpha' = 45^0 47'$

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	0 '	
100	83 57	0,0118
110	84 30	0,0097
120	85 3	0,0079
130	85 29	0,0065
140	86 33	0,0039
150	87 21	0,0021

9. Oxalsaurer Kalk.

Die Trübung durch oxalsauren Kalk erhält man, indem man Oxalsäure mit Kalkwasser zusammenbringt. Zur Untersuchung wurden 20 cbcm Kalkwasser (1 : 30) mit je 6, 7 und 8 Tropfen Oxalsäure versetzt. Das Spektrum dieser so erhaltenen trüben Flüssigkeit ist dem des Bariumsulphats sehr ähnlich. Die Absorption nimmt auf der blauen Seite des Spektrums sehr allmählich zu.

6 Tr. mit 20 cbcm $\alpha' = 45^0 50'$ 7 Tr. $\alpha' = 45'^0 41$ Fig. 14.

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	0 '		0 '	
15	67 43	0,1779	78 26	0,0439
20	67 54	0,1747	78 35	0,0427
30	69 25	0,1494	79 2	0,0393
40	69 44	0,1445	80 0	0,0326
50	69 56	0,1417	81 13	0,0250
60	71 36	0,1172	81 58	0,0208
70	72 26	0,1062	82 16	0,0202
80	73 0	0,0990	82 36	0,0176
90	73 41	0,0908	82 58	0,0159
100	73 49	0,0892	83 12	0,0149
110	73 52	0,0886	83 40	0,0129
120	74 9	0,0854	84 31	0,0096

6 Tr. mit 20 cbcm $\alpha' = 45°50'$ 7 Tr. $\alpha' = 45°41$,

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	° '		° '	
130	75 13	0,0738	84 34	0,0094
140	76 23	0,0621	85 10	0,0075
150	77 30	0,0520	85 29	0,0065
160	77 53	0,0488	85 55	0,0053
170	78 48	0,0415	86 12	0,0046
180	80 55	0,0270	87 48	0,0015
190	82 39	0,0176		
200	84 27	0,0100		
210	86 14	0,0045		
220	87 46	0,0016		

8 Tropfen mit 20 cbcm $\alpha' = 45°43'$

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	° '	
15	82 54	0,0163
20	83 0	0,0158
30	83 6	0,0154
40	83 49	0,0123
50	84 0	0,0116
60	84 39	0,0092
70	85 13	0,0073
80	85 20	0,0070
90	85 36	0,0062
100	85 43	0,0058
110	86 9	0,0047
120	86 42	0,0013
130	88 0	0,0012

10. Bleiwasser.

Das Spektrum des Bleiwassers ist wieder ein regelmässiges. Im äussersten Roth ist die Intensität sehr gross

und nimmt nach der blauen Seite hin rasch ab. Es wurden zu je 25 cbcm destillirten Wassers je 4, 6 und 8 gleiche Tropfen des käuflichen Bleiwassers hinzugesetzt. Bei sehr starker Concentration blieb nur noch Roth und Orange übrig. Die Abnahme der Intensität ist zwischen den einzelnen Skalentheilen oft sehr gross.

4 Tropf. $\alpha' = 45°21'$ 6 Tropf. $\alpha' = 45°10'$ Fig. 15.

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	° ′		° ′	
15	57 2	0,4310	62 10	0,2820
20	58 57	0,3714	63 36	0,2529
30	61 23	0,3050	65 28	0,2107
40	65 30	0,2127	68 0	0,1651
50	67 43	0,1720	69 7	0,1472
60	67 56	0,1684	70 24	0,1282
70	68 53	0,1528	71 30	0,1132
80	70 26	0,1294	74 14	0,0806
90	72 24	0,1031	75 11	0,0707
100	73 30	0,0899	75 57	0,0633
110	73 30	0,0899	76 55	0,0546
120	73 52	0,0857	77 0	0,0539
130	75 51	0,0651	78 32	0,0416
140	76 28	0,0593	81 49	0,0209
150	77 26	0,0509	84 33	0,0092
160	80 3	0,0315	85 48	0,0054
170	81 4	0,0253	86 42	0,0033
180	81 53	0,0208		
190	82 38	0,0171		
200	84 48	0,0084		
210	86 39	0,0035		

8 Tropf. $\alpha' = 44°58'$

Sc.	$\sphericalangle \alpha$	J.
	° '	
15	70 27	0,1258
20	71 0	0,1182
30	71 23	0,1131
40	73 30	0,0879
50	75 33	0,0662
6	77 10	0,0517
70	78 36	0,0405
80	79 0	0,0376
90	80 3	0,0307
100	80 37	0,0272
110	81 30	0,0222
120	82 0	0,0197
130	83 27	0,0131
140	85 1	0,0075
150	86 21	0,0040

C. Die staubförmigen Körper.

Die photometrische Intensitäts-Messung der Absorptionsspektren von staubförmigen Körpern muss wohl noch so lange verschoben werden, bis ein geeigneter Apparat erfunden ist, der in jeder Hinsicht den Anforderungen Genüge leistet, welchen bei einer photometrischen Messung unbedingt entsprochen werden muss. Trotz allen Anstrengungen ist es mir nicht gelungen, einen solchen Apparat zu konstruiren. Der zu benutzende Apparät müsste nämlich folgende Bedingungen erfüllen:

1) Die Staubmasse müsste fein sein und so in beständiger Bewegung erhalten werden können, dass eine Schicht von mittlerem constanten Werth gebildet würde.

2) Die zu durchsetzende Staubschicht müsste möglichst dick sein, um eine Wirkung hervorzubringen.

Die Schwierigkeiten bei der Herstellung eines solchen Apparates liegen auf der Hand. Denn bringt man die Staubtheilchen auch so weit, dass sie in beständiger Bewegung erhalten bleiben, wie das in dem früher erwähnten Apparat bewerkstelligt wurde, so müssen auch noch in der Schicht, welche das Licht durchsetzen muss, immer gleich viele Staubtheilchen vorhanden sein. Bei den trüben Medien von Flüssigkeiten musste schon der Umstand in Betracht gezogen werden, dass die trübenden Theilchen vollständig in der Flüssigkeit suspendirt waren und sich nicht mit der Zeit am Boden des Absorptionsgefässes niedersetzten. Bei den staubförmigen Körpern ist dieser Umstand noch mehr zu berücksichtigen und die sich einstellenden Schwierigkeiten bei der Untersuchung werden demgemäss viel grösser. Denn sollen photometrische Messungen angestellt werden, so muss man sozusagen eine konstante Schicht haben, die sich mit der Zeit nicht ändert. Es dürfen also nicht einmal mehr und das anderemal weniger Staubtheilchen im Diffraktionsraum vorhanden sein, sonst würde das Absorptionsspektrum einmal dunkler, im nächsten Augenblicke einmal heller erscheinen. Vorstehender Umstände halber habe ich mich hier auch blos darauf beschränkt, mit Hülfe des früher erwähnten Kasten-Apparates zur Untersuchung staubförmiger Körper die Spektren einiger staubförmigen Körper zu beobachten. Die betreffenden Körper waren Lykopodium, Mehl und Ziegelmehl. Dabei ergab sich, dass die Staubtheilchen an sich wenig Einfluss auf die Verschiedenheit des Aussehens des Spektrums ausübten. Die Spektren selbst verhalten sich wie die der trüben festen Körper. Im Anfange der Stauberregung, wo sich noch wenige Staubtheilchen im Diffraktionsraum befanden, zeigte sich eine blosse Schwächung des Spektrums. Je mehr Staubtheilchen im Raum waren, je stärker wurde die Absorption auf der blauen Seite des Spektrums und im äussersten Roth. Schliesslich blieb noch Roth und Grün im Spektrum übrig. Man kann also vorläufig nur sagen, die staubförmigen Körper wirken in Bezug auf das Spektrum

wie ein trübes Medium von einem festen Körper oder wie ein durchsichtiger Körper, der durch einen zweiten Körper trübe oder durchscheinend gemacht worden ist. An sich verhalten sich die staubförmigen Körper wie irgend ein trübes Medium, d. h. sie zeigen im durchgehenden Licht eine andere Farbe, als im reflektirten. Dies Phänomen können wir jederzeit beobachten. Scheint z. B. die Sonne und es sind im Zimmer Staubtheilchen vorhanden, so sehen wir die in steter Bewegung begriffenen Staubtheilchen im durchgelassenen Licht in rother Farbe erscheinen, im reflektirten Sonnenlicht dagegen in blauer Farbe. Aehnliche Erscheinungen sehen wir bei dem Dampf einer Lokomotive. Im reflektirten Sonnenlicht erscheint uns der Wasserbläschen und Kohlentheilchen enthaltende Dampf bläulich; wenn wir den Dampf zwischen uns und die Sonne treten lassen, erscheint uns die letztere mit röthlicher Farbe. Es ist also ohne Zweifel, dass nicht nur die Wasserbläschen, sondern auch die in der Atmosphäre stets vorhandenen Staubtheilchen einen grossen Einfluss ausüben auf die Farben des Himmels und auf die Entstehung der Morgen- und Abendröthe. Die Untersuchungen von Ehrenberg und Anderen haben mit Sicherheit ergeben, dass die Atmosphäre unserer Erde beständig kleine Staubtheilchen in grösserer oder geringerer Menge in sich schwebend trägt. Brücke hat ferner gezeigt, dass die sog. Bläschentheorie von Clausius zur Erklärung der Himmelserscheinungen nicht hinreiche und unbedingt angenommen werden müsse, es seien diese Erscheinungen hauptsächlich den Staubtheilchen zuzuschreiben. Dabei geht er von der Voraussetzung aus, dass diese Theilchen jedenfalls sehr klein und im allgemeinen in der Atmosphäre gleichmässig vertheilt seien.

Werden die Staubtheilchen von der Sonne beleuchtet, so hängt die Intensität, mit welcher die Partikelchen Licht in das Auge des Beobachters senden, ab:

1) Von dem Winkel, welchen die Linie Sonne-Beobachter mit der Linie Beobachter-Staubtheilchen bildet.

2) Von der Anzahl der Staubtheilchen.

3) Von dem Umstande, ob zwischen den beleuchteten Partikelchen und dem Beobachter sich unbeleuchtete Partikelchen finden.

4) Von der Menge des in der Atmosphäre zerstreuten Sonnenlichts.

Erklärung der Figurentafel.

Bei den Abscissen λ entspricht einer Einheit der 3. Dezimale der Wellenlänge $1^1/_2$ mm der Zeichnung; bei den Ordinaten entspricht bei Figur 1 und 2 einer Einheit der 4. Dezimale der Lichtintensität 1 mm der Zeichnung, bei Figur 3 — 6 und Figur 12 einer Einheit der 3. Dezimale, bei Figur 7 — 11 und 13 — 16 einer Einheit der 2. Dezimale 1 mm der Zeichnung. Zur besseren Orientirung sind bei den einzelnen Figuren die Glan'schen Skalentheile zum Theil beigeschrieben.

Ausserdem enthält die Tafel die Glan'sche Skala.

Vorstehende Untersuchungen wurden während des Sommer-Semesters 1884 im hiesigen mathem.-physikalischen Institut angestellt.

Herr Professor Dr. Melde hatte die Freundlichkeit, mich während der Dauer der Arbeit in schwierigeren Fragen durch seinen Rath zu unterstützen, wofür ich demselben hiermit meinen verbindlichsten Dank ausspreche.